

43. 都市構造の違いがシェア型自動運転車の運行効率に及ぼす影響

Urban structure influences on shared mobility – automated driving efficiency

東達志*・香月秀仁**・谷口守***

Katsushi Azuma*, Hideto Katsuki**, Mamoru Taniguchi***

New mobility services such as Mobility as a Service (MaaS) and automated driving vehicles are appearing recently. Traveling behavior and urban activities are changing drastically. Consequently, urban structures and land use are also changing, but their effects remain unclear. We assumed a wide introduction of shared mobility of automated driving, “shared-adus,” which might be an important factor of MaaS. We assessed the shared-adus efficiency for different urban structures. Results demonstrate that 1) integrating urban functions raises the ride-sharing rate, but the number of vehicles needed and the vehicle traveling time seem to increase. Furthermore, the influences of changes in urban structure on travel efficiency of shared-adus differ with changes depending on the area.

Keywords: automated driving, person trip survey, shared mobility, urban structure

自動運転, パーソントリップ調査, シェア交通, 都市構造

1. はじめに

人々に移動手段を提供する交通サービスは時代とともに進化し、人々の暮らしや都市活動を大きく変化させてきた。近年、スマートフォンの普及をはじめとしたIoT化や技術革新に伴い、アプリケーション(以下、アプリ)を活用したデマンド型交通やライドシェア、カーシェアリング等、新たな交通サービスが次々と登場している。なかでも、将来的に実現が期待される交通サービスとして、自動運転技術とライドシェア、カーシェアサービスを組み合わせた自動運転車によるシェア交通サービスが挙げられる¹⁾。

自動運転車は、自家用車利用時の運転ミスによる事故の減少や、公共交通の少ない地域における移動手段として注目されており、特に人間による運転が不要となる自動運転レベル(SAEレベル4~5)が実現すれば、利用者は自らのスマートフォンにおいて自動運転車両を呼び出し、目的地へ運転の負担を負うことなく移動することができる。この自動運転車によるシェア交通サービスは既存研究において“Shared-adus”と呼称されている¹⁾。

また、Shared-adusは近年欧米を中心に普及しつつあるMobility as a Service(以下、MaaS)とも深く結びついている²⁾。MaaSとは、既存の公共交通を一体的に利用者に提供することによる利便性向上や、新たな交通手段の導入等により、自家用車依存の軽減や交通弱者の救済を目指した概念である³⁾。Shared-adusがMaaSに加わることで、より利便性の高い交通サービスの提供を実現するとともに、人々の交通行動を大きく変化させる可能性を秘めている。

一方で、新しい交通手段の登場は都市構造にも大きな影響を与えてきた。例えば、自動車の登場により、遠距離の目的地へdoor-to-doorの移動が可能になったため、鉄道駅等の公共交通拠点から離れた地域で施設が立地する「都市の

郊外化」を引き起こし、中心市街地の衰退等を招いた。そのため、我が国では「立地適正化計画」⁴⁾や「国土のグランドデザイン2050」⁵⁾等の政策により、公共交通を中心としたネットワークの整備や、公共交通拠点への都市機能の集約によって都市の持続性向上が図られている。

また、新たな交通手段の登場が都市構造に影響を及ぼす可能性はShared-adusの普及時も例外ではない。免許保有の有無に関わらず自由に移動できる社会になれば、より自動車中心の社会を加速させるとともに、都市構造へも大きな影響を与える可能性がある。しかし、Shared-adusに関する研究は、その需要予測や導入可能性等に重きが置かれているのが現状であり、Shared-adusの普及を見据えた都市の在り方に関する研究は圧倒的に不足している。また、Shared-adus運行の課題として、乗客を乗せないまま走行する回送時間の発生や、需要が特定地域に集中することによる車両偏在等が挙げられており¹⁾、現在目指されている拠点への都市機能集約は、トリップ需要の偏在を引き起こし、これらの課題をより深刻なものにする可能性がある。自動車の普及に対して都市計画側からの早期の対策ができなかった過去の反省を活かすためにもShared-adusの運行効率と都市構造の関係性を把握することは喫緊の課題といえる。

2. 本研究の位置づけ

2.1 Shared-adusの実用化をめぐる動向

Shared-adusは、多くの民間企業でその実用化が目指されており、例えば、ゼネラル・モーターズは2019年にアメリカの複数の都市での無人タクシーサービスの開始を発表しており⁶⁾、また、DeNAも2019年までにEasyMile社と共同し、完全自動運転車によるラストワンマイルサービスの開始を目指している⁷⁾。一方、民間企業以外にも、わが国で

*学生会員 筑波大学大学院 システム情報工学研究科(University of Tsukuba)

**正会員 独立行政法人都市再生機構 (Urban Renaissance Agency)

***正会員 筑波大学大学院 システム情報系(University of Tsukuba)

は国土交通省が、2017年度より中山間地域の道の駅を拠点とした実証実験や、ニュータウンでの多様な自動運転サービスの検討等を行っており、2020年に限定地域でのサービス開始を目指している⁸⁾。しかし、上記の実証実験は地域が限定されているが、2030年には世界中で Shared-adus の利用者が4億人になるという推計がなされており⁹⁾、将来的には都道府県や都市圏といった範囲で広域的に導入される可能性がある。

2.2 自動運転車に応じた都市計画側の動向

多くの民間企業及び政府が Shared-adus の実用化に向けた取り組みを行っているが、その受け皿となる都市側からの対応は追い付いていないのが現状である。例えば、アメリカの68都市を対象とした調査では、自動運転車交通計画に組み込んでいる都市は6%に留まっており¹⁰⁾、また我が国においても、自動運転車を交通計画に組み込むための具体的取り組みを行っている都市はほとんどないと指摘されている¹¹⁾。現在、我が国では人口減少や少子高齢化等の社会的背景を前提に、公共交通拠点への都市機能集約が目指されているが、将来 Shared-adus が普及し、より自由に移動することができれば、居住地はさらに郊外に拡散する恐れがあるとともに、都市機能の集約が目指すべき唯一の都市構造でなくなる可能性がある。これらの点を検証するためには、都市機能を公共交通拠点に集約した都市構造と、その対照となる都市機能が各地に分散した都市構造を想定し、Shared-adus をどれだけ効率的に運行できるかを比較検証する必要がある。

2.3 既存研究レビュー

自動運転車が普及した社会に関する既存研究では、導入による環境負荷を検証した研究¹²⁾や利用意向を調査した研究¹³⁾や導入可能性を検証した研究¹⁴⁾が見られ、また、カーシェアに関する研究としては、普及過程の差異を都市間比較¹⁵⁾した研究等が見られる。また、異なる都市規模で自動運転シェア交通の運行効率を比較した研究¹⁶⁾や、複数の交通行動パターンで Shared-adus の経路をモデル化¹⁷⁾した研究等が見られる。

上記の研究より、Shared-adus に関する研究は利用意向や導入可能性に重きが置かれている。また、複数の交通行動や都市間で運行効率を比較した研究もみられるが、トリップ密度の多い都市部を対象にした研究や、理想的な都市構造を想定して検証した研究が多い。しかし、Shared-adus は先述の通り、広域的に普及する可能性があり、また公共交通の成立が困難な郊外部で特に普及する可能性がある¹⁾。そのため、郊外部の広域的な範囲において、実際のトリップ需要をもとに検討する必要があると考えられる。II-8

2.4 研究内容

2.1 から 2.3 より、Shared-adus は将来広域的に導入される交通サービスとして期待され、人々の交通行動だけでな

く都市構造及び今後の都市計画に大きく影響を及ぼすと考えられる。そこで、本研究では、Shared-adus の郊外地域への広域的導入を想定し、その運行効率と都市構造の関係性を把握する。また、その関係性は地域によって異なると考えられるため、地域間での比較も併せて行う。運行効率に関しては、既存研究¹⁾を参考にライドシェア(以下、RS)成立割合や Shared-adus の必要車両台数、及び車両走行時間(移動時間+回送時間)を想定し、多角的な面から検証する。また、都市構造に関しては、「現状」の都市構造と現在取り組まれている公共交通拠点への「機能集約」、及びその対照的な施設配置である「機能分散」を想定し、その詳細は3.3で述べる。なお、本研究は Shared-adus の運行効率を異なる都市構造で検証している点で、既存研究¹⁾とは明確に異なり、自動運転社会における都市構造の在り方に関する知見を得ることを目的としている。

2.5 本研究の特長

本研究は以下の3点の特長を有する。

- 1) 将来的に都市交通を支えると考えられる Shared-adus の運行効率と都市構造の関係性を初めて検証し、都市構造の在り方に言及した新規性・有用性の高い研究である。
- 2) 実際の地域及びトリップ需要に基づいて分析を行っている独自性・信頼性の高い研究である。
- 3) Shared-adus の導入により、交通手段や都市構造が抜本的に変化する可能性を有しており、極めて発展可能性が高い研究である。

3. 使用データ及び分析概要

3.1 本研究で想定する Shared-adus

本研究では、Shared-adus が普及した社会を想定するため、年齢や免許保有の有無等に関わらず、誰もが Shared-adus を利用できる環境を想定する。また、Shared-adus は、MaaS の重要な構成要素として、自家用車に代わる地域全体でシェアされる交通サービスとしての役割が期待される。以上の点を踏まえ、本研究で想定する Shared-adus は既存研究¹⁾を参考に以下の3点の特徴を有する。

- 1) 自動運転(SAE)レベル5とする。これは全区間自動運転により移動し、また免許保有の有無に関わらず利用可能な、SAE レベルの中で最高のレベルである。
- 2) 車両の保有形態として、個人では車両を保有せず、地域全体で共有すると仮定する。
- 3) RS は最大2組まで可能とする。

3.2 使用データ概要

本研究で使用するデータを表-1に示す。本研究では、Shared-adus の運行効率と都市構造の関係性を明らかにするため、各個人の「発着地」や「発着時刻」だけでなく、その個人が「どのような施設」を発着しているかを把握する必要がある。そこで、本研究では「発着地」や「発着時刻」に加え、「発着施設の種類」がセットに把握できる第5

回東京都市圏パーソントリップ調査データ¹⁷⁾(H20 年度調査, 以下PT データ)を使用する。また, Shared-adus は, 郊外間を移動する自動車やタクシー・バスを代替するサービスとして期待され, かつその利便性の高さから徒歩や自転車からも多くのトリップが Shared-adus に転換する可能性がある。そこで本研究では, 東京都市圏の郊外部に位置する茨城県南地域を対象に, 元のトリップの交通手段にかかわらず, 同地域内を発着とするトリップ(2,643,151:拡大後)が全て Shared-adus に転換した際の運行効率と都市構造の関係性を把握する。また, 自動車やバスから Shared-adus に転換する場合は, 移動時間は大きく変化しないと考えられるが, 徒歩や自転車から Shared-adus に転換する場合は, 移動時間が削減され発着時間が大きく変化する可能性がある。しかし, 本研究では実在のトリップ需要を基準とした際の Shared-adus の運行を想定するため, 交通機関の転換による乗車時刻の変化はないと仮定する。

3.3 分析対象地域の概要

前節で述べた通り, 本研究では茨城県南地域を対象に分析を進める。茨城県南地域は人口約 164 万人, 面積は約 2,578 km²で 26 の市町村からなる。東京都市圏の郊外部に位置しており, 都市地域や工業地域, 農村地域等多様な特性を持つ地域が含まれる。図-1 に茨城県南地域の交通機関分担率, 図-2 に茨城県南地域の小ゾーン別の事業所密度[件/km²]を示す。図-1 より, 地域内の移動は自動車が約 70%, 鉄道・バスは合わせて約 2%であり, 自動車に依存した地域であるといえる。また, 図-2 より, 鉄道沿線地域や鹿嶋臨海工業地域の中心部において事業所密度が高く, 鉄道から離れた市町村の辺縁部では事業所密度が低い。

3.4 機能集約及び機能分散の概要

本研究では, 都市構造が変化しない「現状」, 及び公共交通拠点に都市機能が集約した「機能集約」とその対照的な都市構造である「機能分散」の3つのシナリオにおいて, Shared-adus の運行効率を算出し比較する。都市構造が変化することは, 施設配置が変わるとともに, その施設を訪れる人々の発着地が変動することを意味し, これは既存のトリップに影響を与えると考えられる。その際, PT データではトリップの「発着施設の種類」を把握することができるが, 発着地は小ゾーン単位(一つ以上の町丁目の集合体)までしか詳細に把握することができない。そのため, 本研究では PT データにおけるトリップの発着地を小ゾーン単位で変化させることで, 都市構造の変動を表現する。図-3 及び以下に機能集約と機能分散の詳細を述べる。

1) 「機能集約」は, ある分類 P に該当する施設を選定した後, ①A 地域に立地する分類 P の施設を訪れるトリップの着地をすべてゾーン X に変更し, かつ②A 地域に立地する分類 P の施設を出発地とするトリップの発地をすべてゾーン X に変更する。また, 上記のゾーン X を「集約先ゾーン」と呼称する。

表-1 使用データ一覧

使用データ	備考
第5回東京都市圏 パーソントリップ調査データ (H20年度調査) ¹⁸⁾	ある平日1日における発生トリップの 発着地/発着時刻/発着施設の種類の把握
道路交通センサス ¹⁹⁾	各小ゾーンの重心間の道路距離を 茨城県昼間12時間における自動車平均旅行速度で除算
ArcGIS Data Collection 道路網2016 ²⁰⁾	各小ゾーン内の一般道路における 自動車平均旅行速度を道路距離に応じて按分
国土数値情報 ダウンロードサービス ²¹⁾	茨城県南地域の面積算出に使用
事業所統計調査 (H18年度調査) ²²⁾	町丁目単位で集計した事業所数を 小ゾーン単位で再集計して使用

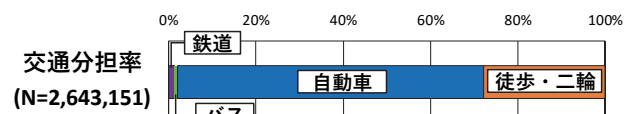


図-1 茨城県南地域における交通分担率
(N 値は拡大後の総トリップ数/日)

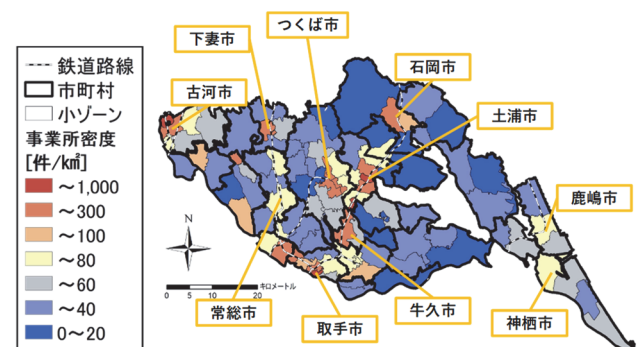


図-2 茨城県南地域の小ゾーン別事業所密度[件/km²]²²⁾

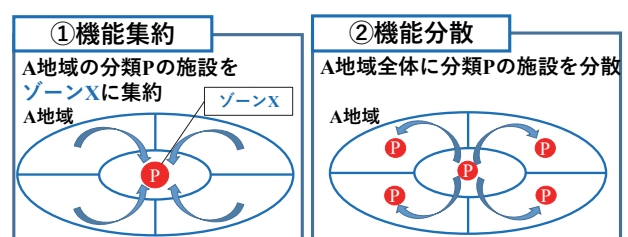


図-3 機能集約及び機能分散の概要

2) 「機能分散」は, ある分類 P に該当する施設を選定した後, ①A 地域内を発地とし, かつ分類 P の施設を訪れるトリップの着地をすべて発地ゾーンと同一に変更する。また, トリップチェーンを考慮するため, 発着地が変動した個人が, 変動したトリップの後に別のトリップを発生させている場合, ②その後のトリップの発地ゾーンを前のトリップの着地ゾーンと同一に変更する。

なお, 実際の施設には総合病院と診療所, 大型スーパーと個人商店のように, 施設の階層性があると考えられるが, 本研究で想定する都市構造では施設の階層性はなく,

前記の1)2)に基づいた移動を行うと仮定する。

また本研究では、都市構造の本質的な違いが運行効率に与える影響を把握することが目的であるため、その傾向と変化の幅をわかりやすく読み取ることのできるシナリオを準備する必要がある。このため、極端ではあるが、たとえば通勤・通学施設が全て特定のゾーンに集中、または全個人が居住するゾーン内に通勤するなど、各シナリオの実際の実現可能性には重点を置いていない点には注意が必要である。

また、トリップの発着地の変動に伴う移動時間の変動については、ゾーンaからゾーンbに移動する自動車トリップがPTデータに存在すれば、以下の算出式(1)に基づいて割り当てる。また、ゾーンaからゾーンbに移動する自動車トリップがPTデータに存在しない場合は、ゾーンaとゾーンbの重心間の道路距離を茨城県の昼間12時間自動車平均旅行速度(40.1km/h)⁹⁾で除した値を割り当てる。

$$T_{ab} = \sum_{i=1}^{n_{ab}} C_{abi} * f_{abi} / \sum_{i=1}^{n_{ab}} f_{abi} \quad (1)$$

T_{ab} : ゾーンaからゾーンbへの移動時間

C_{abi} : ゾーンaからゾーンbへ移動する自動車トリップiの移動時間

f_{abi} : ゾーンaからゾーンbへ移動する自動車トリップiの拡大係数

n_{ab} : ゾーンaからゾーンbへ移動する自動車トリップ数

3.5 本研究で想定する都市構造シナリオ

本研究では、図4のように茨城県南地域を「生活圏」と呼ばれる、各生活圏内の内々トリップ割合が75%以上になるように分割している。75%とは、茨城県南地域内を移動するトリップのうち「通勤・通学」「買い物」「通院」及びその「帰宅」が占める割合(約70%)を超えるように、主な日常生活が営める範囲として設定している。その後、各生活圏のうち、鉄道駅が立地するゾーンの中で、現状で最も集中トリップが多いゾーンを「集約先ゾーン(3.4参照)」として選定している。また本研究では、日常生活に欠かすことのできない施設の都市構造を検証するため、分類P(図3参照)に該当する施設として「通勤・通学施設」に加え、

国土のグランドデザイン 2050⁹⁾において、欠かすことのできないサービス施設とされている「買い物施設」「医療・福祉施設」を選定し、3.4に基づき機能集約及び機能分散する。

また、住宅の立地は個人の意思に大きく委ねられることから、既存のPTデータから変化しないとする。上記を踏まえ、各シナリオを「①現状」「②機能集約」「③機能分散」と表記し、3つのシナリオを想定して比較を行う。なお、導入車両は全シナリオにおいてShared-adusとする。

なお上記の「通勤・通学施設」「買い物施設」「医療・福祉施設」について、①現状における小ゾーン別の集中トリップ密度を図5～図7に示す。図5～図7より、3つの施設種類すべてにおいて、鉄道沿線地域にトリップが集中している傾向があり、なかでもつくば市や土浦市、取手市や古河市(地名は図2参照)へのトリップが、他の地域へのトリップと比較して特に集中している。ただし、図5より、通勤・通学トリップはトリップ数そのものが多いため、鉄道沿線地域に限らず、各地においても一定数のトリップが存在している。

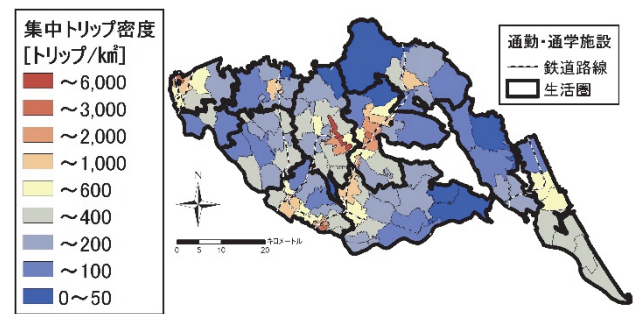


図5 通勤・通学施設の小ゾーン別集中トリップ密度

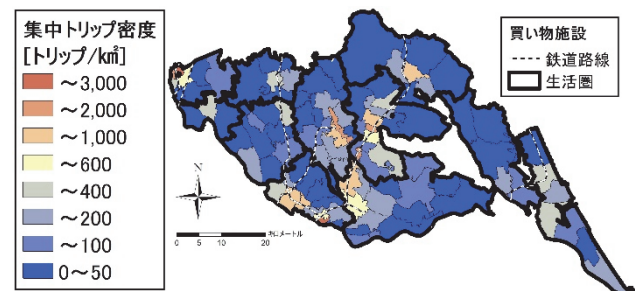


図6 買い物施設の小ゾーン別集中トリップ密度

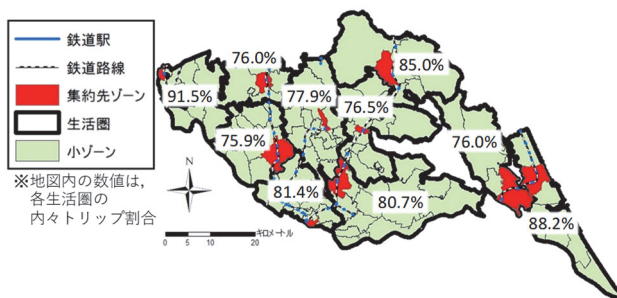


図4 茨城県南地域における集約先ゾーン

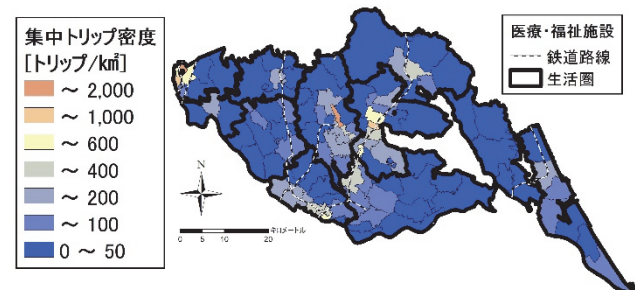


図7 医療・福祉施設の小ゾーン別集中トリップ密度

3.6 RS 成立条件及び配車条件

本研究では、最大2組のRS成立を考える。その条件として、2者の発着地ゾーン、つまりODが一致し、かつ出発時間近いトリップのRSが成立すると仮定する。またShared-adiusの一定の利便性を確保するため、乗り合う2者の最大出発時間差を、社会資本整備審議会の資料²⁹⁾を参考に15分としている。なお、内々トリップについては、①既存のPTデータではトリップの移動方向が特定できないこと、また②内々トリップは移動時間が比較的に短いため、同乗者を拾うために移動時間以上の迂回や目的地とは異なる方向への迂回が発生する可能性があり、Shared-adiusのサービスレベルを大きく低下させる可能性があるという2点の理由から、本研究では移動目的にかかわらず内々トリップのRSは非成立としている。つまり、機能分散により変化した「通勤・通学施設」「買い物施設」及び「医療・福祉施設」に訪れるトリップはRSが非成立となる。この点に関しては、機能分散において実際のRS成立割合より過少推計となっている可能性があることに留意する必要がある。

また、配車条件については、トリップの出発時間に、その発地ゾーンに稼働可能な車両が存在する場合は既存の車両を配車し、該当する車両が存在しない場合は新規車両を配車すると仮定する。この仮定で配車を行った場合の必要車両数を算出する。RS成立及び配車条件の詳細については既存研究³⁾の3.で詳述されているため本研究では割愛する。

4. 都市構造別の Shared-adius の運行効率

本章では、3.5のシナリオ別に Shared-adius の運行効率を比較検証する。図-8に Shared-adius 運行によるRS成立割合、図-9に必要車両台数、図-10に Shared-adius の車両走行時間をそれぞれ示す。これらより以下の点が読み取れる。

- 1) 図-8より、①現状の都市構造では約8%のRS成立割合なのに対し、①機能集約することで現状の約3倍に増加する結果となった。都市機能を特定ゾーンに集中させることで、トリップの発着地が集約され、発着地が同一化するトリップが増加したためと考えられる。なお、N値は各シナリオにおける拡大後の合計トリップ数を表しており、各シナリオでN値が異なるのはRSが成立したトリップを一つの集約されたトリップとみなしているためである。そのため、RSが多く成立する(最もトリップが集約される)①機能集約において特にN値が小さくなっている。
- 2) 図-9より、必要車両台数は、3つのシナリオのうちRSが最も成立する①機能集約時に最も多くなる結果となった。これは機能集約することで車両が特定のゾーンに集中(車両偏在)し、各ゾーンから発生するトリップ需要に既存の車両で対応できなくなったためと考えられる。
- 3) 一方、2)と同図より、②機能分散時には必要車両台数は削減されることがわかる。車両が各ゾーンに分散されるため、新たなトリップ需要に既存の車両で対応できるためだと考えられる。

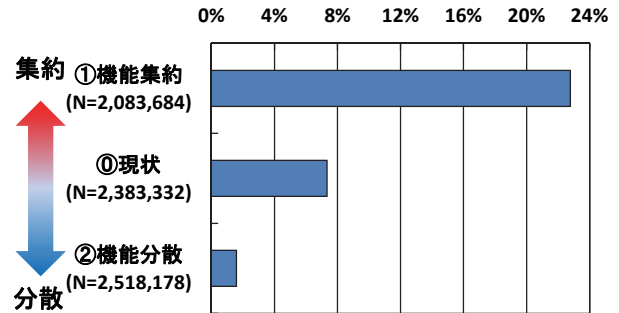


図-8 都市構造別の Shared-adius 運行によるRS成立割合(N値は拡大後の合計トリップ数)

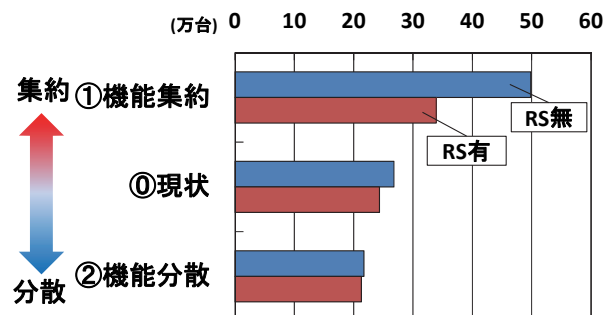


図-9 都市構造別の Shared-adius 必要車両台数

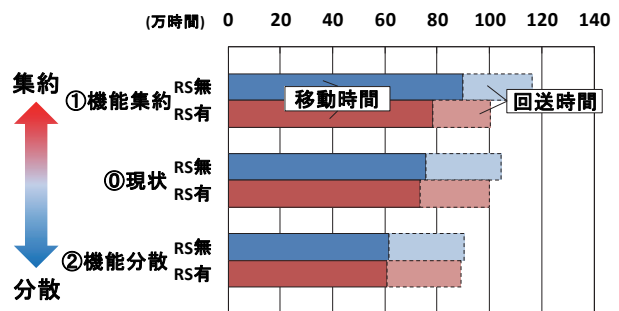


図-10 都市構造別の Shared-adius 車両走行時間

- 4) 図-10より、移動時間は3つのシナリオのうち①機能集約時に最も長く、それに伴い合計車両走行時間も①機能集約時に最も長くなる結果となった。都市機能を集約先ゾーンに集約することで、集約先ゾーンから遠いゾーンより集約先ゾーンに訪れるトリップが増加したためだと考えられる。

- 5) 4)と同図より、回送時間は①機能集約時に最も減少する傾向が見られた。トリップ需要が特定地域に集中することで、車両が前の乗客を降ろした後に次の乗客のもとに移動する距離が近くなったためと考えられる。

5. 都市構造変化が運行効率に与える影響の地域間比較

5.1 RS成立割合の地域間比較

図-11に①機能集約によるRS成立割合への影響、図-12に②機能分散によるRS成立割合への影響を示す。これから以下の点が読み取れる。

- 1) 図-11より、①機能集約することで多くの地域でRS成

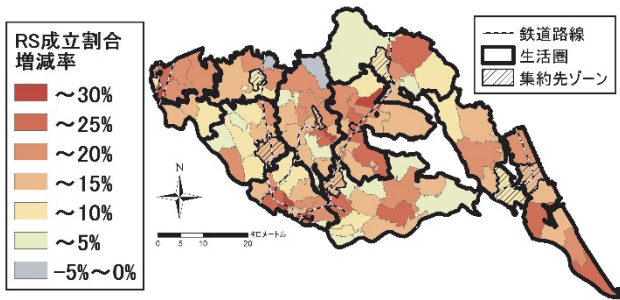


図-11 ①機能集約によるRS 成立割合増減率(発地ベース)

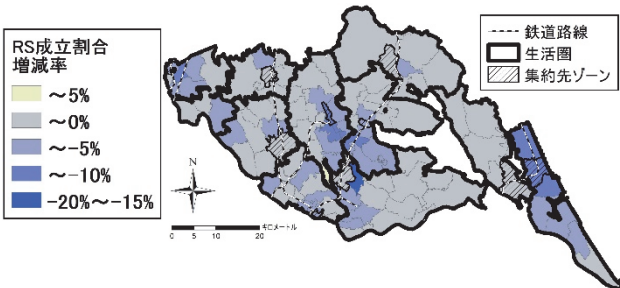


図-12 ②機能分散によるRS 成立割合増減率(発地ベース)

立割合が増加している。特に、集約先ゾーンを除く鉄道沿線地域や、集約先ゾーンに隣接するゾーンでの増加率が大きくなる傾向がある。これは①機能集約により、トリップ密度が大きく、かつ集約先ゾーンに近いゾーンから集約先ゾーンに移動するトリップが集中し、OD が同一化されるトリップが増加したためと考えられる。一方、トリップ密度が低い生活圏の辺縁部では、都市機能が集約されてもRS 成立割合は比較的变化しないことがわかる。

- 図-12 より、②機能分散することでほとんどすべての地域でRS 成立割合が減少している。なかでも既存研究 1) で①現状におけるRS 成立割合が高いと指摘されている鉄道沿線地域や、移動方向が限定された臨海部の鹿嶋・神栖市での減少率が大きい。

5.2 合計車両走行時間の地域間比較

図-13 に①機能集約による合計車両走行時間の増減率、図-14 に②機能分散による合計車両走行時間の増減率を示す。これらから以下の点を読み取れる。

- 図-13 より、①機能集約することで、合計車両走行時間は集約先ゾーンにおいて最大3倍以上増加していることがわかる。都市機能を特定の地域に集約することで、Shared-adus の車両もその地域に集中することが考えられる。一方、その他のゾーンでは、集約先ゾーンに比較的近い地域をはじめ、車両走行時間が大幅に減少していることがわかる。
- 図-14 より、②機能分散することで、生活圏の辺縁部を除き、車両走行時間が削減されていることがわかる。なかでも集約先ゾーンに近い地域でその減少率が高い。都

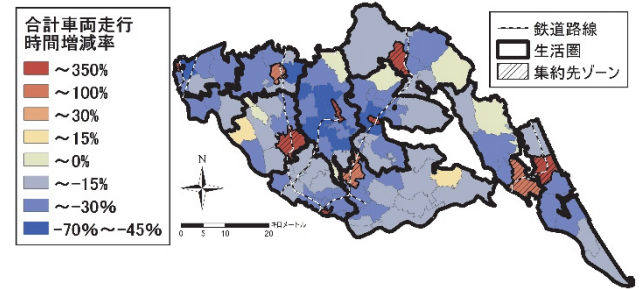


図-13 ①機能集約による合計車両走行時間増減率(発地ベース)

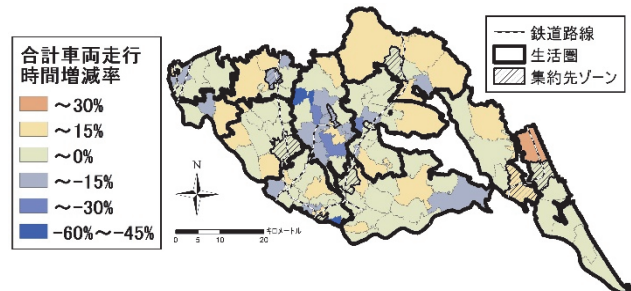


図-14 ②機能分散による合計車両走行時間増減率(発地ベース)

市機能が各地に分散することで、各地においてゾーン内で生活が完結できるようになり、本来トリップが集中していた地域でのトリップが減少したためと考えられる。

6. 結論

本研究の主な結果を以下に示す。

- 本研究で集約先ゾーンと定義したような、対象地域における生活圏の拠点となるゾーンに都市機能を集約することで、Shared-adus のRS 成立割合は増加するが、必要車両台数及び車両走行時間は増加する傾向が示された。また、都市機能を分散した場合、その逆の傾向が見られた。
- RS 成立割合を地域間で比較した場合、都市構造の変化により集約先ゾーンを除く鉄道沿線地域や、集約先ゾーンに隣接するゾーンで増減率が大きくなる事が示された。
- 合計車両走行時間を地域間で比較した場合、都市機能を集約することで、集約させた地域で大幅に増加する可能性が示された。

上記の結果より、将来 Shared-adus が普及した社会において単純に都市機能を集約するだけでは、車両偏在による必要車両台数や車両走行時間の増加等の課題が発生する可能性がある。集約した地域ではRS 導入の効果が高いため、自動運転バスのような大容量の交通機関を導入する等、交通面からの政策も同時に検討することが必要である。また、公共交通の導入が難しい郊外地域では、都市機能が分散した都市構造を想定して導入を検討する必要性もあり、その場合、例えば「小さな拠点」のように、居住者の利便性を落とさない範囲でトリップ需要を集約することで、Shared-adus の効率的運行を実現していく必要がある。

なお、本研究ではあくまで機能集約と機能分散という両極端のシナリオを用いて各運行効率の上限と下限を算出しており、また都市構造と各運行効率にはトレードオフの関係性が存在するため、都市構造の最適解は求めている。

また、本研究では元の交通手段にかかわらず、全てのトリップが Shared-ados に転換した場合の影響を分析しており、内々トリップや経路途中のRS成立も考慮していない。このため、運行効率のなかで何を改善するか、利便性をどれだけ確保するか等の視点から最適解を検討すること、あわせて Shared-ados 普及後のトリップ需要の変化や利用意向を考慮した分析、及び内々トリップや経路途中のRSを考慮することが今後の課題である。

謝辞

本研究は、トヨタ自動車㈱との共同研究「これからの社会システムとモビリティの在り方研究」の一環として実施した。また、国土交通省関東地方整備局が実施した東京都市圏パーソントリップ調査データを使用する機会を得た。加えて、JSPS 科学研究費(17H03319)の助成を得た。この場を借りてお礼申し上げる。

【参考文献】

- 1) 香月秀仁・東達志・高原勇・谷口守：自動運転車によるシェア型交通導入の影響分析—MaaS 時代を見据えた一考察—, 第56回土木学会研究発表会・講演集(CD-ROM), P39, 2017.
- 2) 藤垣洋平・高見淳史・トロニコソ パラディ ジアン カルロス・原田昇：大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS の提案と需要評価—自動運転車によるオンデマンドバスと既存公共交通の将来的な統合を目指して—, 都市計画論文集, Vol.52-3, pp.833-840, 2017.
- 3) Sampo Hietanen : 'Mobility as a Service' - the new transport model?, Eutransport, Volume12, Issue2, 2014.
- 4) 国土交通省：みんなで進める、コンパクトなまちづくり <http://www.mlit.go.jp/common/001171816.pdf>, 最終閲覧 2018.04.
- 5) 国土交通省：国土のグランドデザイン 2050 <http://www.mlit.go.jp/common/001047113.pdf>, 最終閲覧 2018.04.
- 6) 日本経済新聞：無人タクシー乗ってみた, 2018/2/24.
- 7) 経済産業省：自動走行の実現に向けた取組, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/revolution/dai2/siryoku4.pdf>, 最終閲覧 2018.04.
- 8) 首相官邸：官民 ITS 構想・ロードマップ 2017, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>, 最終閲覧 2018.04.
- 9) ABIresearch : New Car Sharing Economy Disrupts Automotive Industry, 2016/5/16.
- 10) City of the Future: Technology & Mobility, National League of Cities, January 1, 2015.
- 11) 自動運転の現状と展望, 新都市, Vol.71-10, 2017.
- 12) Daniel J.Fagnant・Kara M.Kockelman : The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol.40, pp.1-13, 2014.
- 13) 香月秀仁・川本雅之・谷口守：自動運転車の利用意向と都市構造の関連分析—個人の意識・交通行動に着目して—, 都市計画論文集, Vol.51-3, pp.728-734, 2016.
- 14) 山本真之・梶大介・服部佑哉・山本俊行・玉田正樹・藤垣洋平：自動運転車によるシェアカーの普及に関する研究, 第53回土木計画学研究発表会, 03-02, 2016.
- 15) 山本真生・溝上章志・古澤悠吾：都市構造や交通特性の違いによるカーシェアリングシステムの普及に関する都市間比較分析, 第56回土木学会研究発表会・講演集(CD-ROM), P76, 2017.
- 16) OECD : Transition to Shared Mobility How large cities can deliver inclusive transport services, International Transport Forum, 2017.
- 17) 愛甲聡美・Phathinan THAITHATKUL・瀬尾亨・朝倉康夫：アクティビティパターンを与件とした シェアリング車両の最適割り当て問題, 土木学会論文 D3, Vol.73, No.5, I_1233-I_1242, 2017.
- 18) 東京都市圏交通計画協議会：第5回東京都市圏パーソントリップ調査, <https://tokyo-pt.jp/data/>, 最終閲覧 2018.04.
- 19) 平成22年度道路交通センサス, <https://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/index.html>, 最終閲覧 2018.04.
- 20) esri Japan : ArcGIS Data Collection 道路網 2016
- 21) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサービス, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>, 最終閲覧 2018.04.
- 22) 総務省統計局：H18年度事業所統計調査, <http://www.stat.go.jp/data/jigyoku/2006/index.htm>, 最終閲覧 2018.04.
- 23) 社会資本整備審議会都市計画・歴史的風土分科会・都市計画部会都市交通・市街地整備小委員会：集約型都市構造を支える公共交通の実現に向けて, 2006.